



Revista de Biología Marina y Oceanografía  
ISSN: 0717-3326  
revbiolmar@gmail.com  
Universidad de Valparaíso  
Chile

Cursach, Jaime A.; Suazo, Cristián G.; Rau, Jaime R.; Tobar, Claudio N.; Gantz, Alberto  
Ensamble de aves en una mitilicultura de Chiloé, sur de Chile  
Revista de Biología Marina y Oceanografía, vol. 46, núm. 2, agosto, 2011, pp. 243-247  
Universidad de Valparaíso  
Viña del Mar, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=47919988013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

## Ensamble de aves en una mitilicultura de Chiloé, sur de Chile

Assemblage of birds in a mussel farm on Chiloé Island, southern Chile

Jaime A. Cursach<sup>1</sup>, Cristián G. Suazo<sup>2</sup>, Jaime R. Rau<sup>1,3</sup>,  
Claudio N. Tobar<sup>1</sup> y Alberto Gantz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorio de Ecología, Departamento de Ciencias Básicas, Universidad de Los Lagos, casilla 933, Osorno, Chile.  
jcurval@gmail.com

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Ecológicas y Evolutivas, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, casilla 567, Valdivia, Chile

<sup>3</sup>Programa IBAM, Universidad de Los Lagos, casilla 933, Osorno, Chile

**Abstract.** - We evaluated the composition and seasonal variation in the diversity of an aquatic bird assemblage related to a mussel farm in southern Chile. Observations were carried out during spring 2008, and the summer, autumn and winter of 2009. Neotropic cormorant *Phalacrocorax brasiliianus*, followed by kelp gull *Larus dominicanus* and imperial cormorant *P. atriceps* were the dominant species. We identified five dietary groups, of which piscivorous birds had the greatest representation. Finally, we discuss the need to evaluate the potential impacts generated by the intensive mussel farming on various components of the marine ecosystem in southern Chile.

**Key words:** Aquaculture, conservation, seabirds

### INTRODUCCIÓN

La acuicultura se destaca en la actualidad por intentar producir la mayor cantidad de organismos hidrobiológicos en el menor espacio y tiempo posible. Esta conglomeración de individuos genera la atracción de fauna silvestre que busca depredar a los organismos en cultivo y/o sus desechos orgánicos (Roycroft *et al.* 2004). Por ejemplo en Chile, en la industria salmonera, actividad acuícola con mayor desarrollo en el país, se ha registrado una fuerte asociación de organismos vertebrados que depredan los peces en cultivo, generando discusiones sociales sobre el impacto de esta actividad en la fauna silvestre y los ambientes costeros del sur de Chile (Buschmann *et al.* 2006).

Después de la salmonicultura, la mitilicultura es la segunda actividad acuícola con mayor producción en Chile<sup>1</sup>. El 99,8% de la industria nacional durante los años 1999-2009 se desarrolló en el sur del país (región de Los Lagos: 41-43°S), donde la principal especie en cultivo es el bivalvo *Mytilus chilensis* (Hupe, 1854)<sup>1</sup>. Pese a la elevada tasa intrínseca de crecimiento anual en la producción de esta industria (23,3%), durante los años 1999 y 2009<sup>1</sup>, existe muy poca información sobre los efectos que genera el cultivo intensivo de mitílidos sobre los componentes

del ecosistema marino del sur de Chile, de hecho, en ISI Web of Knowledge no se encontraron artículos relacionados a este tópico en Chile. Actualmente, la mayoría de los artículos publicados analizan etapas de desarrollo y optimización en el crecimiento de los mitílidos, pero ninguno de ellos discute las implicancias ecológicas de este cultivo sobre componentes ecosistémicos como la fauna silvestre. Por ello, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar la composición y variación estacional del ensamble de aves asociado a un centro mitilic平or del sur de Chile.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Las observaciones fueron realizadas en el Centro mitilic平or Putemún (42°27'29,31"S; 73°44'53,49"O) ubicado al interior de la Reserva Marina Putemún, en el extremo norte del fiordo de Castro, isla grande de Chiloé, sur de Chile. El Centro Putemún estuvo compuesto por dos líneas flotantes dobles de 100 m de largo cada una, que en conjunto abarcó un área de 340 m<sup>2</sup>, proporcionando una biomasa de ca. 10 ton de bivalvos mitílidos, *e.g.*, chorito y choro zapato *Choromytilus chorus* (Molina, 1782) en estado juvenil (3 a 4 cm de longitud de valva),

<sup>1</sup><[http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com\\_repository&Itemid=54&func=select&id=2](http://www.sernapesca.cl/index.php?option=com_repository&Itemid=54&func=select&id=2)>

acompañado de pequeñas concentraciones de cholga *Aulacomyia atra* (Molina, 1782). Durante los meses de septiembre a diciembre (primavera) de 2008, enero y febrero (verano), abril y junio (otoño), julio y agosto (invierno) de 2009, se realizaron registros quincenales de la riqueza y abundancia de las aves marinas asociadas al Centro Putemún. Las observaciones se realizaron desde un punto fijo (Bibby *et al.* 2000) por un período de 10 min, entre las 09:00 y 13:00 h. Este punto de observación permitió una visión total del área de estudio (340 m<sup>2</sup>), desde una distancia de 60 m, apoyado por el uso de binoculares (10 x 50). Todos los censos se realizaron en días despejados y sin viento fuerte, totalizando 200 h de observación.

Para la clasificación taxonómica de las aves, se utilizó la lista del 'South American Classification Committee' (Remsen *et al.* 2011). Posteriormente, se clasificó a cada especie dentro de un grupo alimenticio, siguiendo las revisiones de Arriagada (2004), Jaksic (2004), Vilina *et al.* (2006). La riqueza específica mensual observada correspondió al número total de especies registradas en cada mes, en tanto, la riqueza específica mensual esperada fue calculada mediante rarefacción con el programa Biodiversity Professional Beta 1 (McAteece *et al.* 1997). La abundancia relativa mensual de cada especie se estableció mediante el promedio de individuos registrados para cada mes. La abundancia relativa del total de individuos observados se definió como la suma de las abundancias mensuales de todas las especies. Los cambios mensuales en la abundancia de aves fueron evaluados mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis ( $H$ ), con un nivel de significancia estadística de 0,05.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el período de estudio se observó un total de 2583 aves pertenecientes a 17 especies y nueve familias (Tabla 1). Laridae presentó la mayor riqueza, seguida por Phalacrocoracidae (Tabla 1). El yeco *Phalacrocorax brasiliensis* (Gmelin, 1789) presentó el mayor valor de abundancia relativa total con 1768 individuos, seguido por la gaviota dominicana *Larus dominicanus* (Lichtenstein, 1823) y el cormorán imperial *Phalacrocorax atriceps* (King, 1828) (Tabla 1). La riqueza específica mensual varió entre siete y diez especies. La mayor riqueza se registró en la temporada primaveral 2008 y la menor durante otoño e invierno 2009 (Tabla 1). A su vez, se obtuvo una alta concordancia entre los valores mensuales de riqueza observada y esperada por rarefacción, lo que

se atribuye a la alta abundancia de individuos registrados (rango: 152 a 464 individuos mes<sup>-1</sup>, Tabla 1). Los valores mensuales de abundancia relativa de individuos no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $H = 0,437$ , g.l. = 9,  $P > 0,05$ , Tabla 1), sin embargo, la mayor abundancia se registró durante la temporada invernal 2009 y la mínima en primavera 2008 (Tabla 1).

Se identificaron cinco grupos alimenticios para la totalidad de las aves presentes. El 71,3% de la abundancia relativa del total de individuos fueron aves piscívoras, mientras que el 18,4% perteneció al grupo de aves depredadoras de peces e invertebrados. El 10% correspondió a aves omnívoras y el 0,3% restante fue compartido por los grupos alimenticios de aves depredadoras de invertebrados y aves herbívoras.

El ensamble de aves estuvo dominado por pocas especies muy abundantes de las familias Phalacrocoracidae y Laridae. Este tipo de resultado es similar a lo observado en las costas de Irlanda, donde también se ha constatado que especies pertenecientes a estas dos familias son relevantes para el ensamble de aves asociadas a centros de mitilicultura (Roycroft *et al.* 2004). El yeco, seguido por la gaviota dominicana y el cormorán imperial, presentaron los mayores valores de abundancia relativa total, por lo cual fueron consideradas como las especies dominantes del ensamble de aves presentes en el Centro Putemún.

La dieta del yeco se compone principalmente de peces de tamaño pequeño que captura buceando en aguas poco profundas (Quintana *et al.* 2004, González-Gajardo *et al.* 2009). Mientras que la gaviota dominicana es una especie generalista, su dieta registra peces, invertebrados y una constante tendencia a la explotación de recursos de origen humano (Bertellotti & Yorio 1999, Silva *et al.* 2000, Petracci *et al.* 2004, Ludynia *et al.* 2005). La dieta del cormorán imperial se compone preferentemente de peces pequeños, así como también de moluscoscefalópodos y crustáceos (Casaux *et al.* 1997, Gosztolyi & Kuba 1998, Ferrari *et al.* 2004). Por lo anterior, estas tres especies dominantes del ensamble de aves presente en el Centro Putemún, pertenecen a los gremios tróficos de aves piscívoras, omnívoras y depredadoras de peces e invertebrados marinos, respectivamente. Las presas que conforman a dichos grupos alimenticios poseen una fuerte asociación con las actividades de mitilicultura (Souza-Conceição *et al.* 2003), en donde peces como el pejegallo *Callorhinus callorhynchus* (Linnaeus, 1758), el pejerrey *Odontesthes regia* (Humboldt, 1833) y el róbalo *Eleginops maclovinus* (Valenciennes, 1830) son considerados depredadores de

Tabla 1. Abundancia relativa mensual y total, riqueza específica mensual observada y esperada del ensamble de aves asociadas al Centro Putemún, Chiloé. Se indica el grupo alimenticio (G.A.) de cada ave (P = piscívoro, O = omnívoro, PI = peces e invertebrados, I = invertebrados, H = herbívoro) / Relative monthly abundance and total abundance, observed and expected monthly specific richness of birds assemblages associated to Putemún Center, Chiloé. This table indicates the trophic group (G.A.) of each bird (P = piscivorous, O = omnivorous, PI = fish and invertebrates, I = invertebrates, H = herbivorous)

Especies	Sep-08	Oct-08	Nov-08	Dic-08	Ene-09	Feb-09	Abr-09	Jun-09	Jul-09	Ago-09	Total	G.A.
<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	128	137	155	75	264	111	164	111	229	394	1768	P
<i>Larus dominicanus</i>	12	10	12	10	19	26	81	30	41	15	256	O
<i>Phalacrocorax atriceps</i>	2	4	3	2	15	29	79	48	26	19	227	PI
<i>Sterna hirundinacea</i>	2	4	30	58	38	16	17	0	0	5	170	PI
<i>Pelecanus thagus</i>	2	6	30	0	0	0	12	1	4	6	61	P
<i>Chroicocephalus maculipennis</i>	0	0	4	1	3	6	2	4	1	4	25	PI
<i>Tachyeres pteneres</i>	4	2	2	2	2	2	3	0	0	1	18	PI
<i>Podiceps occipitalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	4	6	7	17	PI
<i>Sula variegata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	13	PI
<i>Nycticorax nycticorax</i>	0	1	1	1	0	3	0	1	1	0	8	PI
<i>Rollandia rolland</i>	1	0	0	6	0	0	0	0	0	0	7	PI
<i>Leucophaeus pipixcan</i>	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	3	PI
<i>Tachyeres patachonicus</i>	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	I
<i>Milvago chimango</i>	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	O
<i>Phalacrocorax gaimardi</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	P
<i>Podiceps major</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	PI
<i>Fulica armillata</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	H
Abundancia	152	170	237	156	343	195	358	200	308	464		
Riqueza observada	8	10	8	9	8	8	7	8	7	9		
Riqueza esperada	7,99	9,89	7,97	8,9	7,99	7,99	6,99	7,86	6,95	8,99		

mitílidos en cultivo (Medina-Vogel 1989). Así también, existen invertebrados marinos epifaunales de mitílidos cultivados e incrustantes (*i.e.*, fouling) de las estructuras utilizadas para el cultivo, generando dificultades de manejo para los productores (Kirk *et al.* 2007).

El alto porcentaje de aves piscívoras asociadas al Centro Putemún, sugiere que estas aves se alimentan de los peces que depredan los mitílidos en cultivo, generando un potencial beneficio para la industria mitilícola al controlar dichas poblaciones de peces. Lo anterior solo puede ser validado mediante trabajos de campo que permitan conocer la dieta de las aves asociadas a esta actividad productiva. En apoyo a lo anterior, en centros mitilícolas de Canadá se ha registrado que la acción depredadora de patos marinos permitió disminuir hasta un 97% la epifauna de los mitílidos cultivados (Kirk *et al.* 2007). A su vez, en mitiliculturas de Irlanda se han observado gaviotas depredando los organismos incrustantes desde las estructuras utilizadas para el cultivo (Roycroft *et al.* 2007). Esta relación entre aves marinas y mitilícolas ha sido considerada como una interacción mutuamente beneficiosa, en la cual como pocas veces, el desarrollo de una industria ha generado

efectos positivos sobre la vida silvestre (Zydelis *et al.* 2009). Aún así, en centros mitilícolas de países del hemisferio norte (*e.g.*, Escocia, Canadá y Estados Unidos) varias especies de patos marinos son consideradas como importantes depredadores de los mitílidos cultivados (Ross & Furness 2000). A diferencia de dichos países, Chile presenta solamente al pato quetu no volador *Tachyeres pteneres* (Förster, 1844), considerado como un anátido estrechamente marino (Schlatter & Simeone 1999), sobre el cual se estimó que su depredación sobre mitílidos cultivados no superó el 0,18% de la producción total para un centro mitilícola en Chiloé (Medina-Vogel 1989). Pese a ello, la recomendación internacional es que las abundancias de patos marinos en sitios con mitilicultura se deben registrar con regularidad para determinar si es creciente la tendencia temporal (Ross & Furness 2000).

Las actividades de mitilicultura generan alteraciones significativas al paisaje costero (*e.g.*, ingreso de estructuras flotantes) (Branco *et al.* 2001). Durante estudios comparativos entre sitios con y sin mitilicultura en las costas de Irlanda, no se observaron diferencias significativas entre la riqueza y diversidad de los ensambles de aves presentes para cada sitio, aunque los

sitos sin actividad mitilicultora presentaron generalmente mayor diversidad de aves que los sitios con cultivo (Roycroft *et al.* 2004). Para el caso de Chiloé, en el Centro Putemún, sitio con mitilicultura, se registraron 17 especies de aves acuáticas, y en el sector conocido como Humedal de Putemún (42°26'S; 73°44'O), sitio sin mitilicultura, distante a 3 km al norte del Centro Putemún, se registraron 20 especies de aves acuáticas presentes en el cuerpo de agua, durante la misma temporada de estudio (CG. Suazo obs. pers.). La escasez de información en Chile impide generar un mayor análisis y discusión sobre los efectos que potencialmente generan las actividades de mitilicultura sobre las comunidades de aves acuáticas.

Se ha considerado a las estructuras de cultivo utilizadas por la industria mitilicultora (*e.g.*, boyas flotantes y plataformas) un nuevo sustrato que permite el descanso, aicalamiento y nidificación de las aves, ya que brindan sitios de resguardo ante la presencia de depredadores y perturbación humana, para aves marinas y playeras (Branco *et al.* 2001, Andres *et al.* 2007, Roycroft *et al.* 2007). Los altos niveles de excremento aportados a lo largo del tiempo por las aves marinas que utilizan estos ‘sustratos’, sugiere una contribución a la productividad primaria de las zonas utilizadas por la mitilicultura (Branco *et al.* 2001) y para la salud pública esto es relevante, ya que en zonas mitilicultoras de Chiloé, se han encontrado patógenos y agentes parasitarios en excrementos de aves como el yeco y la gaviota dominicana (Torres *et al.* 1991), los cuales pueden contagiar a los humanos que consumen mitílidos crudos (Branco *et al.* 2001). Esta potencial amenaza para la salud humana se suma a las necesidades de investigación que poseen las interacciones de esta industria con el medio ambiente en el cual se desarrolla.

Finalmente, es recomendable crear un plan de monitoreo sobre los ensambles de aves marinas asociadas a centros mitilíctores ubicados en distintas localidades geográficas del país y en diferentes niveles de producción y etapas de proceso. Por lo anterior, es primordial evaluar las poblaciones de fauna silvestre que interactúan con este tipo de cultivo en cuanto a su disponibilidad de biomasa como alimento, así como en el uso de la infraestructura dispuesta por esta industria. A su vez, es urgente generar investigación que relacione los potenciales impactos del cultivo intensivo de mitílidos sobre otros componentes del ecosistema marino del sur de Chile y su productividad.

## AGRADECIMIENTOS

A la Dirección de Investigación de la Universidad de Los Lagos por financiar los costos de esta publicación. A Patricio Salas, Gastón Vidal, Luis Figueroa, P. Francisco Cárcamo, Marina Oyarzún, Heraldo Contreras, Alejandra Montaner y César Loncón, todos pertenecientes al CTPA-Putemún (IFOP). JA. Cursach y CN. Tobar agradecen al Programa de Magíster en Ciencias de la Universidad de Los Lagos, en especial a la beca Nibaldo Bahamonde. CG. Suazo agradece el apoyo de CONICYT, al Centro de Investigación en Ecosistemas de la Patagonia (CIEP) y a la Universidad de Extremadura (España). A dos revisores anónimos de la RBM&O.

## LITERATURA CITADA

- Andres BA, JA Johnson & J Valenzuela. 2007.** Whimbrels use novel high tide roosts during the contranuptial season in southern Chile. *Wader Study Group Bulletin* 112: 67-68.
- Arriagada A. 2004.** Efecto del cultivo de salmonídeos sobre la estructura comunitaria de aves en la región de Los Lagos, Chile. Seminario de Título, Departamento de Acuicultura y Recursos Acuáticos, Universidad de Los Lagos, Osorno, 96 pp.
- Bertelotti M & P Yorio. 1999.** Spatial and temporal patterns in the diet of the kelp gulls in Patagonia. *The Condor* 101: 790-798.
- Bigby C, N Burgess, D Hill & S Mustoe. 2000.** Bird census techniques, 302 pp, Academic Press, London.
- Branco JO, JR Reuter-Braun & JR Verani. 2001.** Seasonal variation in the abundance of seabirds in areas of mariculture. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 44: 395-399.
- Buschmann AH, VH Riquelme, MC Hernández-González, D Varela, JE Jiménez, LA Henríquez, PA Vergara, R Guíñez & L Filún. 2006.** A review of the impacts of salmonid farming on marine coastal ecosystems in the southeast Pacific. *ICES Journal of Marine Science* 63: 1338-1345.
- Casaux R, M Favero, N Coria & P Silva. 1997.** Diet of the imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps*: comparison of pellets and stomach contents. *Marine Ornithology* 25: 1-4.
- Ferrari S, B Alegre & P Gandini. 2004.** Dieta del cormorán imperial (*Phalacrocorax atriceps*) en el sur de Santa Cruz (Patagonia, Argentina). *Ornitología Neotropical* 15: 103-110.
- González-Gajardo A, P Victoriano & R Schlatter. 2009.** Waterbird assemblages and habitat characteristics in wetlands: influence of temporal variability on species-habitat relationships. *Waterbirds* 32: 225-233.

- Gosztonyi A & L Kuba.** 1998. Fishes in the diet of the imperial cormorant *Phalacrocorax atriceps* at Punta Lobería, Chubut, Argentina. *Marine Ornithology* 26: 59-61.
- Jaksic F.** 2004. El Niño effects on avian ecology: lessons learned from the southeastern Pacific. *Ornitología Neotropical* 15(Suppl.): 61-72.
- Kirk M, D Esler & S Boyd.** 2007. Morphology and density of mussels on natural and aquaculture structure habitats: implications for sea duck predators. *Marine Ecology Progress Series* 346: 179-187.
- Ludynia K, S Garthe & G Luna-Jorquera.** 2005. Seasonal and regional variation in the diet of the kelp gull in northern Chile. *Waterbirds* 28: 359-365.
- McAtee N, PJD Lambshead & GLJ Paterson.** 1997. Biodiversity Pro. The Natural History Museum, London. [en línea] <<http://www.sams.ac.uk/>>
- Medina-Vogel G.** 1989. Contribución a la ecología del pato quetu no volador (*Tachyeres pteneres*) y la relación de éste con la mitilicultura en Yaldad, Chiloé insular, 87 pp. Seminario de Título, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Petracci P, L La Sala, G Aguerre, CH Pérez, N Acosta, M Sotelo & C Pamparana.** 2004. Dieta de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) durante el período reproductivo en el estuario de Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina. *Hornero* 19: 23-28.
- Quintana F, P Yorio, N Lisnizer, A Gatto & G Soria.** 2004. Diving behavior and foraging areas of the neotropic cormorant at a marine colony in Patagonia, Argentina. *Wilson Bulletin* 116: 83-88.
- Remsen JV, CD Cadena, A Jaramillo, M Nores, JF Pacheco, MB Robbins, TS Schulenberg, FG Stiles, DF Stotz & KJ Zimmer.** 2011. A classification of the bird species of South America. American Ornithologists' Union. [en línea] <<http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.html>>
- Ross B & R Furness.** 2000. Minimising the impact of eider ducks on mussel farming, 54 pp. University of Glasgow, Glaswog.
- Roycroft D, T Kelly & L Lewis.** 2004. Birds, seals and the suspension culture of mussels in Bantry Bay, a non-seaduck area in Southwest Ireland. *Estuarine Coastal and Shelf Science* 61: 703-712.
- Roycroft D, TC Kelly & LJ Lewis.** 2007. Behavioural interactions of seabirds with suspended mussel longlines. *Aquaculture International* 15: 25-36.
- Schlatter R & A Simeone.** 1999. Estado del conocimiento y conservación de las aves en mares chilenos. *Estudios Oceanológicos* 18: 25-33.
- Silva MP, R Bastida & C Darrieu.** 2000. Dieta de la gaviota cocinera (*Larus dominicanus*) en zonas costeras de la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Ornitología Neotropical* 11: 331-339.
- Souza-Conceição J, M Castro-Silva, G Huergo, G Soares, A Marenzi & G Manzini.** 2003. Associação da ictiofauna capturada através de rede de emalhe com o cultivo de mexilhões da enseada de Armação do Itapocoroy, em Penha (Santa Catarina-Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca* 29: 117-121.
- Torres P, E Ruiz, W Gesche & A Montefusco.** 1991. Gastrointestinal helminths of fish-eating birds from Chiloe island, Chile. *Journal of Wildlife Diseases* 27: 178-179.
- Vilina Y, H Cofré & C Pizarro.** 2006. Reporte final aves acuáticas de Chile, 40 pp. Waterbird Conservation of the Americas, BirdLife International. [en línea] <[http://www.birdlife.org/action/science/species/waterbirds/waterbirds\\_pdf/waterbirds\\_report\\_chile\\_2006.pdf](http://www.birdlife.org/action/science/species/waterbirds/waterbirds_pdf/waterbirds_report_chile_2006.pdf)>
- Zydelis R, D Esler, M Kirk & W Boyd.** 2009. Effects of off-bottom shellfish aquaculture on winter habitat use by molluscivorous sea ducks. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 19: 34-42.

---

Recibido el 24 de noviembre de 2010 y aceptado el 12 de enero de 2011